

„Kunststoffe – eine Leistung der Chemie mit Zukunft“

Klein, Joachim

Veröffentlicht in:
Jahrbuch 1999 der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft, S.25-28



J. Cramer Verlag, Braunschweig

JOACHIM KLEIN, Braunschweig

„Kunststoffe – eine Leistung der Chemie mit Zukunft“

Braunschweig, 12.03.1999*

Betrachtet man die Entwicklung, welche die Kunststoffe in den vergangenen Jahrzehnten genommen haben, so ist diese Wachstumsdynamik ohne Zweifel das beste Zeichen für eine Erfolgsgeschichte. Mit einer jährlichen Wachstumsrate von 5-7 % weltweit verlassen heute ca. 120 Millionen t pro Jahr die Fabrikstore und finden ihren Weg in einen immer breiter werdenden Markt. Im seltsamen Gegensatz zu dieser offensichtlichen Nachfrage steht das öffentliche Image, das diese Stoffklasse begleitet, wobei die unübersehbaren Müllhalden oder ein Brand unter angeblicher PVC-Beteiligung eher das Bild bestimmen als technische Hochleistungen im Automobil oder in der Medizintechnik. Angesichts dieses Widerspruchs scheint es geboten, aus wissenschaftlicher Sicht eine rationale Analyse zur Zukunft der Kunststoffe vorzunehmen und dabei die Leistung der Chemie in den Mittelpunkt zu stellen – denn es sind im Grundsatz die Entdeckungen und Erfindungen von Chemikern in der Wissenschaft und Industrie, welche den Siegeszug der Kunststoffe ermöglicht haben.

Die Kunststoffe sind ein Produkt des 20. Jahrhunderts. So wie andere Werkstoffklassen in der kulturgeschichtlichen Entwicklung der Menschheit – von der Keramik der Steinzeit, über die Bronzezeit und die Eisenzeit – eine entscheidende Rolle gespielt haben, so dominieren heute die Kunststoffe den technischen und zivilisatorischen Fortschritt in vielen Lebensbereichen im privaten und industriellen Umfeld. Tabelle 1 zeigt deutlich, wie sich die industrielle Produktion, besonders im Zeitraum 1930-1960 aus stofflicher Sicht entwickelt hat.

Die Makromolekulare Chemie liefert die wissenschaftlichen Grundlagen, wenn es um die chemische Synthese dieser Stoffe geht und gemeinsam mit der Physik der Polymere werden die Zusammenhänge aufgeklärt, die zwischen der Struktur und den Eigenschaften der Polymere bestehen. Das Prinzip dieser Chemie ist die Verknüpfung weniger Grundbausteine, der sogenannten Monomere, zu den Polymeren, die dann aus 10^2 bis 10^5 dieser Wiederholungseinheiten bestehen. Die chemische Verknüpfung kann dabei in ein-, zwei- oder dreidimensionaler Form erfolgen, und aus dieser Basis – Struktur leiten sich bereits wichtige Eigenschaften wie Schmelzbarkeit, Dehnfähigkeit oder Härte ab. Werkstoffeigenschaften sind aber nicht nur Eigenschaften eines Einzelmoleküls, sondern in noch stärkerem Maße von der Überstruktur der Moleküle im Verbund geprägt. Da die Fähigkeit der übermolekularen Organisation natürlich auch von der Primärarchitektur der Moleküle bestimmt wird, kommt der Kontrolle der makromolekulare Synthese, besonders auch in der großtechnischen Dimension, eine besondere Bedeutung zu.

* Kurzfassung eines Vortrages vor der Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

Tabelle 1: Kunststoffe als Chemie-Produkte (Historische Entwicklung)

Polymer	Entdeckung	Produktion
Phenol-Harz/Bakelit	1907	1910
Methylkautschuk	1912	1915
Polymethylmethacrylat/Plexiglas	1888	1928
Polybutadien/Buna	1911	1929
Polyvinylacetat	1912	1930
Polystyrol	1839	1930
PVC	1838	1931
Polyamide/Nylon	1934	1938
Polyethylen/Hochdruck	1933	1938
Polyurethan	1937	1940
Silicon	1901	1942
Epoxide	1938	1946
Teflon	1939	1950
Polyester/Trevira	1941	1953
Polyethylen/Niederdruck	1953	1955
Polypropylen/Isotaktisch	1954	1957
Polypropylen/Syndiotaktisch	1990	2000

Eine interessante Entwicklung besteht in den letzten Jahren darin, dass die Suche nach absolut neuen chemischen Strukturen in der Polymersynthese deutlich an Gewichtung verloren hat gegenüber Anstrengungen, aus lange bekannten Monomeren Polymere mit neuer Primärarchitektur herzustellen und damit auf neue Einsatzgebiete vorzudringen. Die Entdeckung der sogenannten Metallocen-Katalyse zur Synthese von Polyolefinen ist dafür das prominenteste Beispiel. Die Tatsache, dass der Entdeckung dieser Katalysatoren in den 80er Jahren bereits Ende der 90er Jahre die Produktion neuer Polypropylen-Produkte folgt, ist ein Beleg für den Erfolg dieser Strategie. Gerade am Beispiel des Polypropylens läßt sich somit zeigen, welche hervorragenden Möglichkeiten der Chemiker besitzt, durch gezielte Einflußnahme auf dem Syntheseweg aus einem einfachen petrochemischen Grundbaustein unterschiedlichste Werkstoffe mit hohem Leistungsanspruch und hoher Wertschöpfung zu gewinnen.

Betrachtet man das Anwendungsfeld der Kunststoffe als Werkstoffe, so müssen sich diese organischen Stoffe im Wettbewerb mit metallischen und keramischen Werkstoffen bewähren. Wesentliche Vorteile bestehen in dem geringeren spezifischen Gewicht und einer in der Regel leichten Verformbarkeit bei höchsten Ansprüchen an Formgebung und Maßhaltigkeit. Nachteile sind dann zu erwarten, wenn spezielle Leistungsanforderungen, z. B. hinsichtlich thermischer Belastbarkeit, elektrischer Leitfähigkeit oder optischer Transparenz zur Diskussion stehen. Aber in fast allen diesen

Aspekten ist es gelungen, mit dem Produkt Kunststoff in klassische Anwendungsbereiche der Metalle und der Keramik vorzudringen.

So sind im Fahrzeugbau, vom Automobil über den Schienenverkehr bis hin zum Flugzeugbau, die Kunststoffanteile im Gesamtprodukt stetig im Vormarsch und Faserverbundwerkstoffe tragen dazu wesentlich bei. Nur durch die mit Kunststoffeinsatz verbundene Gewichtsersparnis lassen sich die zu fordernden hohen Transportleistungen bei rückläufigem Energieverbrauch realisieren.

In der Elektronik und in der Informations- und Kommunikationstechnik sind Kunststoffe das bestimmende Werkstoffelement, wobei neben den mechanischen Eigenschaften Aspekte der Displaytechnik, der Datenspeicherung und der Datenübermittlung im Vordergrund stehen.

Ein besonders „hautnaher“ Bereich der Kunststofftechnik ist die Medizintechnik, wo es zum einen um Apparate der medizinischen Versorgung – bis hin zur Kunststoffmembran in der künstlichen Niere – geht und zum anderen Kunststoffe, die als Implantate unmittelbar Einsatz im menschlichen Körper, z. B. als Gelenkersatz oder künstliche Herzklappe finden. Gerade diese Einsatzgebiete machen wohl deutlich, welche hohen Ansprüche an die Fertigungstechnik einerseits und an die Produktqualität bei einer langjährigen Dauerbelastung zu stellen sind: Die Kunststoffchemie stellt sich diesen Problemen bereits mit guten Erfolgen, auch wenn es noch eine Vielzahl ungelöster Probleme gibt.

Jeder Werkstoff hat nur eine begrenzte Nutzungsdauer und wird irgendwann zum Abfall – insofern unterscheidet den Kunststoffabfall nichts vom Metall. Der „Auto-schrott“, auch wenn er sich in der Vorstadt auftürmt, scheint etwas ganz Normales, während der Kunststoff-Müll eher als Zivilisationskrankheit verurteilt wird. Unsere Abfallsammelsysteme, die im besten Fall einen „Kreislauf“-Kunststoff hervorbringen, der viermal teurer ist als ein vergleichbares neues Produkt am Fabrikstor, ist ein Ergebnis dieser Denkweise und die Antwort der Politik.

In einem ausgewogenen Umgang mit dem Problemkreis „Polymere und Umwelt“ kann man auf der einen Seite das System der Entsorgung von Kunststoffen optimieren und dabei der energetischen Verwertung einen unvoreingenommenen Stellenwert zuweisen. Dies schließt natürlich sinnvolle Ansätze der werkstofflichen Wiederverwertung nicht aus.

Ein anderer Ansatz ist eine neue Herausforderung an die Chemie, nämlich die Entwicklung neuer Werkstoffe, die z. B. biologisch abbaubar sind und so nach der Nutzung über Kompostierung entsorgt werden können. Einige Produkte auf der Basis von Polyestern und Polyamiden sind inzwischen auf dem Markt, auch Produkte auf der Basis nachwachsender Rohstoffe können hier interessante Einsatzgebiete erschließen. Die Schlüssigkeit dieses Konzepts ist aber nicht allein eine Frage an die chemische und technische Machbarkeit, sondern wiederum eine Frage an den Gesetzgeber, und solange die Entsorgung dieser Polymerprodukte in einer Biotonne verboten bleibt, wird der biologisch abbaubare Kunststoff eine Pflanze ohne Wachstum bleiben.

Unabhängig von diesem Problem, die häufig auch hausgemachte Probleme nationaler Gesetzgebung sind, sind die Kunststoffe weltweit Werkstoffe und Wirkstoffe

mit Zukunft. In Qualität und in Quantität heute schon auf hohem Niveau wird die Chemie zur Zukunft dieser Stoffklasse weitere wertvolle Beiträge leisten, deren Nutzen wir in vielen Anwendungsbereichen erfahren werden.

Prof. Dr. rer.nat. Joachim Klein
Hühnerkamp 21,
D-38104 Braunschweig